



ב ח י נ ה ב כ י מ י ה
ב מ ת כ ו נ ת ב ג ר ו ת

תשפ"ג - 07/05/2023

א. משך הבחינה: שלש שעות וחצי

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.

| | | |
|------------|---|---------------------------|
| 40 נקודות | - | פרק ראשון – חובה – (20x2) |
| 60 נקודות | - | פרק שני (20x3) |
| 100 נקודות | - | סה"כ |

ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון (כולל מחשבון גרפי).

ד. הוראות מיוחדות:

- שימו לב: שבפרק הראשון יש תשע שאלות חובה. בכל אחת מהשאלות 1-8 מוצגות ארבע תשובות ומהן יש לבחור תשובה נכונה אחת. יש לסמן את התשובות הנכונות בגיליון התשובות. בשאלה 9 יש לענות לפי ההנחיות.
- בפרק השני יש לענות על שלוש מבין חמש שאלות. נא לכתוב בראש הבחינה את מספרי השאלות שבחרת.

ההוראות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד. הקפידו על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות.

ב ח ל צ ה ה

חומר עזר מצורף:
טבלה מחרוזת
טבלת ערכי אלקטרוטרושליית
דף נוסחאות

פרק ראשון (40 נקודות)

חובה - ענו על שאלות 1-8

לפני שתענו, קראו את כל התשובות המוצעות.

לכל שאלה מוצעות ארבע תשובות. בחרו בתשובה המתאימה ביותר.

את התשובה שבחרתם סמנו בדף תשובון המצורף ב - X.

כדי למחוק סימן יש למלא את כל המשבצת כך: ■

1. מהי ההערכות האלקטרוניים הנכונה של כל אחד מתלקוקי החומר NaF?

א. 2, 8, 2 ו- 2, 6

ב. 2, 7 ו- 2, 8, 1

ג. 2, 8 ו- 2, 8

ד. 2, 8, 1 ו- 2, 8, 7

2. נתונות תמיסות מימיות של ארבעה חומרים המסומנים באותיות A-D:

| ריכוז התמיסה (M) | נפח התמיסה (מ"ל) | החומר המומס | |
|------------------|------------------|---|---|
| 0.1 | 100 | CH ₃ COOH _(l) | A |
| 0.1 | 100 | NH _{3(g)} | B |
| 0.1 | 100 | CH ₃ CH ₂ OH _(l) | C |
| 0.1 | 100 | H ₂ SO _{4(l)} | D |

בחרו את ההיגד הנכון:

א. הסדר של ערכי ה-pH של ארבע התמיסות הוא: D < C < A < B

ב. ערך ה-pH של תמיסות B ו-C זהה

ג. המוליכות החשמלית בתמיסה D גבוהה מהמוליכות החשמלית בתמיסה A

ד. ניתן להבדיל בין תמיסות A, C, D בעזרת פנולפתלאין

3. נתונה תמיסה מימית של מגנזיום חנקתי, Mg(NO₃)_{2(aq)}, בנפח של 500 מ"ל ובריכוז של 0.1M. לתמיסה הוסיפו 26.625 גרם אלומיניום חנקתי, Al(NO₃)_{3(s)} שהמסה המולרית שלו היא 213 גרם למול והמיסו אותם. מהו הריכוז הכולל של היונים החנקתיים בתמיסה שהתקבלה?

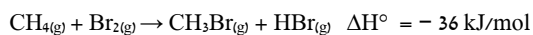
א. 0.35M

ב. 0.475M

ג. 0.875M

ד. 0.95M

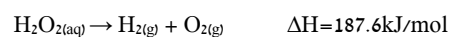
4. נתונה התגובה :



מהו ההיגד הנכון?

- העלאת ריכוז $\text{HBr}(\text{g})$ תגביר את קצב התגובה כי הסיכוי להתנגשויות פוריות בין המולקולות ביחידת זמן יעלה.
- חימום הכלי התגובה יגדיל את השינוי באנתלפיית התגובה.
- הוספת זרז לכלי התגובה תעלה את אנרגיית השפעול ותעלה את קצב התגובה.
- הוספת זרז תאפשר מסלול תגובה בעל תצמיד משופעל בעל אנרגיה פנימית נמוכה יותר.

5. נתונה התגובה :



התגובה מבוצעת בכלי מתכת סגור טבול במים בתוך מיכל מבודד. מהו המשפט הנכון לגבי מעברי האנרגיה בתגובה?

- תגובה זו היא אנדותרמית, ולכן אנתלפיית התוצרים נמוכה מאנתלפיית המגיבים
- בתגובה זו אנרגיה עוברת מהסביבה למערכת, והאנרגיה הקינטית הממוצעת של המים במיכל המבודד יורדת.
- תגובה זו היא אקסותרמית, אנרגיה עוברת מהמערכת לסביבה, ואנתלפיית המים במיכל המבודד עולה
- המערכת היא מבודדת ולכן אין מעבר אנרגיה בין המערכת לסביבה.

6. ביצעו 3 ניסויים :

בכלי א' טבלו מוט אבץ, $\text{Zn}(\text{s})$ בתמיסה של $\text{AlCl}_3(\text{aq})$

בכלי ב' טבלו מוט ברזל, $\text{Fe}(\text{s})$, בתמיסת $\text{CuSO}_4(\text{aq})$

בכלי ג' טבלו מוט נחושת, $\text{Cu}(\text{s})$, בתמיסת $\text{ZnSO}_4(\text{aq})$

רק בכלי ב' התרחשה תגובה.

לפניכם ארבעה סידורים אפשריים של מתכות לפי כושרן היחסי לחזר.

איזה מבין הסידורים עשוי להתאים לתוצאות הניסויים בכלים א-ג'?

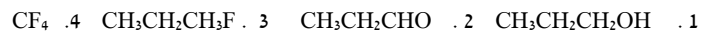
א. $\text{Cu}(\text{s}) > \text{Fe}(\text{s}) > \text{Zn}(\text{s}) > \text{Al}(\text{s})$

ב. $\text{Fe}(\text{s}) > \text{Cu}(\text{s}) > \text{Al}(\text{s}) > \text{Zn}(\text{s})$

ג. $\text{Al}(\text{s}) > \text{Zn}(\text{s}) > \text{Fe}(\text{s}) > \text{Cu}(\text{s})$

ד. $\text{Zn}(\text{s}) > \text{Al}(\text{s}) > \text{Cu}(\text{s}) > \text{Fe}(\text{s})$

7. נתונים ייצוגיים מקוצרים לנוסחת המבנה של ארבעה חומרים :

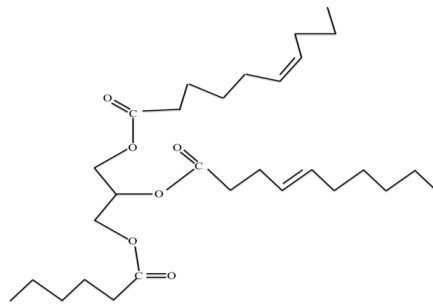


מה המשפט הנכון?

א. מספר המולקולות ב 4.4 גרם חומר 4 הוא 3.01×10^{22} .

- ב. הקבוצה הפונקציונאלית בחומר 2 היא כוהל.
ג. טמפרטורת הרתיחה של חומר 3 גבוהה מזו של חומר 1 מפני שקשרי המימן הנוצרים בין המולקולות של חומר 3 חזקים יותר מקשרי המימן הנוצרים בין המולקולות של חומר 1.
ד. בין המולקולות של חומר 4 מתקיימות אינטראקציות מסוג ון-דר-ולס מפני שבמולקולות החומר יש דו-קוטב רגעי וגם דו-קוטב קבוע.

8. נתון טריגליצריד :



כמה גרם גז מימן יש להוסיף ל- 0.4 מול של הטריגליצריד הנתון כדי להפוך את כל חומצות השומן המרכיבות אותו לחומצות שומן רוויות.

- א. 0.2 גרם גז מימן
ב. 0.4 גרם גז מימן
ג. 0.8 גרם גז מימן
ד. 1.6 גרם גז מימן

שאלה 9: ניתוח קטע ממאמר מדעי – חובה

קראו את הקטע שלפניכם וענו על השאלות לפי ההנחיות

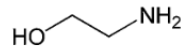
ללכוד את הפחמן הדו-חמצני

במהלך המאה האחרונה, ריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה עולה באופן עקבי, כתוצאה משריפה של דלקים פחממניים. פחמן דו-חמצני הוא גז חממה: מולקולות הגז בולעות את הקרינה הנפלטת מפני כדור הארץ וכך עולה טמפרטורת האטמוספירה. התופעה הזאת, הקרויה "אפקט החממה" מאפשרת את קיום החיים על פני כדור הארץ, אבל התגברותה גורמת להתחממות הגלובלית שעל פי המודלים המדעיים תגרום לנזקים רבים, לאסונות טבע ולפגיעה בתרבות האנושית.

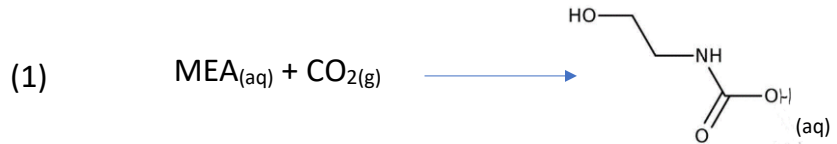
אחת הדרכים הנבחנות להתמודדות עם עליית ריכוז הפחמן הדו-חמצני היא לכידתו באמצעים כימיים. יש כמה דרכים לעשות זאת:

העברה דרך תמיסה בסיסית: המסיסות של $\text{CO}_2(\text{g})$ במים נמוכה, אבל בתמיסות בסיסיות מסיסות טובה מאוד. ולכן, העברת תערובת הגזים הנפלטים בתהליכים תעשייתיים דרך תמיסה בסיסית מורידה מאוד את ריכוזו בתערובת. הבעיה היא שתמיסות כאלה, למשל תמיסות של אשלגן הידרוקסיד, $\text{KOH}(\text{aq})$, מזיקות לצנרת. יותר מכך, ייצור אשלגן הידרוקסיד דורש גם הוא השקעת אנרגיה.

העברה דרך תמיסה של MEA: אחד החומרים שאפשר להשתמש בהם כדי לסלק פחמן דו-חמצני מן האוויר הוא החומר המכונה MEA. נתון ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של החומר:



החומר MEA הוא חומר המצוי באופן טבעי בתאים חיים, הוא מסיס היטב במים ולאחר המסתו הוא מגיב עם מולקולת מים ויוצר תמיסות בסיסיות המאפשרות המסת פחמן דו-חמצני. יותר מכך, MEA מגיב עם פחמן דו-חמצני באופן בררני בתגובה הבאה (תגובה 1):

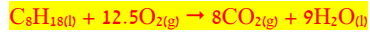


בנוסף, טמפרטורת הרתיחה של MEA היא 170°C , שהיא טמפרטורה נמוכה בהשוואה לנקודת הרתיחה של אשלגן הידרוקסיד. כתוצאה מכך, גם קיטור (אדי מים בטמפרטורה גבוהה) יכול להכיל $\text{MEA}(\text{g})$ בריכוז גבוה. MEA יכול להגיב עם פחמן דו-חמצני גם במצב צבירה גזי.

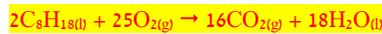
לאחר לכידת הפחמן הדו-חמצני, אפשר לחמם את התמיסה המכילה את תוצר תגובה (1). בטמפרטורה גבוהה מתרחשת התגובה ההפוכה לתגובה (1), הפחמן הדו-חמצני משתחרר ואפשר לאגור אותו לשימושים אחרים בלי שיפלט לאטמוספירה, ואת ה-MEA המשתחרר אפשר לנצל לשימוש חוזר.

ספיחה: דרך נוספת להרחקת פחמן דו-חמצני היא שימוש בחומרים המסוגלים לספוח פחמן דו-חמצני מן האוויר. בדרך זו מזרימים אוויר דרך חומר נקבובי, בעל שטח פנים גדול, המסוגל ליצור קשרים כימיים עם פחמן דו-חמצני. לאחר הלכידה אפשר לשחרר את הפחמן הדו-חמצני באמצעות חימום. עד כה טרם נמצא חומר מספיק יעיל לעשות זאת ישירות מן האוויר.

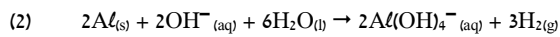
א. דלק פחמימני מכיל אוקטאן, $C_8H_{18(l)}$. נסחו את תגובת השריפה המלאה של אוקטאן. **2 נקודות**



או



העלויות (3) ו-(2) בקטע נאמר שתמיסות בסיסיות עלולות לפגוע בצנרת. לפניכם שתי תגובות $Al_{(s)}$: העשויה אלומיניום, להתרחש בצנרת



אילו מבין התגובות (2) או (3) עלולה לפגוע בצנרת. נמקו את התשובה? **2 נקודות**

תגובה מספר 2, כי היא הופכת אלומיניום מתכתי ליונים מומסים, ולכן הצנרת נפגעת.

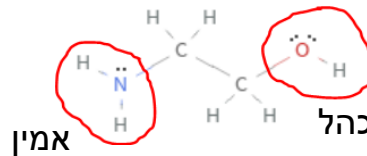
ב. אילו מבין התגובות (2) או (3) היא תגובת חמצון-חיזור? התייחסו לשתי התגובות ונמקו באמצעות דרגות חמצון. אם קבעתם שהתגובה היא תגובת חמצון-חיזור, ציינו מי המחמצן ומי המחזור.

3 נקודות

תגובה מספר 1, היא תגובת חמצון חיזור, אלומיניום עולה בדרגת חמצון מ-(0) ל-(+3) כלומר מחזור, מימן ביון OH^- יורד מדרגת חמצון (+1) ל-(0) ולכן מחמצן.

בתגובה 2 אין שינוי בדרגות החמצון ולכן התגובה אינה תגובת חמצון-חיזור

ג. כתבו ייצוג מלא לנוסחת המבנה של MEA, סמנו בעיגול על הנוסחה את הקבוצות הפונקציונליות המצויות בה וכתבו את שמותיהן. **3 נקודות**



ד. ציינו שלושה יתרונות בשימוש ב-MEA ללכידת פחמן דו-חמצני. **3 נקודות**

1. MEA הוא חומר המצוי באופן טבעי בתאים חיים ולכן לא רעיל
2. הוא מסיס היטב במים ולאחר המסתו הוא מגיב עם מולקולת המים ויוצר תמיסות בסיסיות המאפשרות המסת פחמן דו-חמצני.
3. MEA מגיב עם פחמן דו-חמצני באופן בררני.
4. MEA מגיב עם פחמן דו-חמצני באופן בררני.
5. נקודת רתיחה נמוכה יחסית לבסיסים יוניים ולכן גם קיטור יכול להכיל $MEA_{(g)}$ בריכוז גבוה.
6. MEA יכול להגיב עם פחמן דו-חמצני גם במצב צבירה גזי.
6. הספיחה הפיכה – אפשר לשחרר את הפחמן הדו-חמצני לאחר חימום.

סעיף ו' הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ז'

ה. הסבירו מדוע נקודת הרתיחה של MEA גבוהה מנקודת הרתיחה של מים? **4 נקודות**

| MEA | מים | |
|------------------------|---------------------|-----------------------|
| גודל ענן אלקטרוניים | קטן (10 אלקטרוניים) | גודל (34 אלקטרוניים) |
| קוטביות | קוטבי | קוטבי |
| מספר מוקדים לקשרי מימן | 2 מימנים ו-2 זוגות | 3 מימנים ושלושה זוגות |
| אלקטרוניים | אלקטרוניים | אלקטרוניים |

| | | |
|--|--|----------------|
| חלק חזקים (H קשור ל-O) | חזקים – H קשור ל-O בקשר קוטבי, חשוף מאוד | חוזק קשרי מימן |
| חלק חלשים יותר (H קשור ל-N, פחות קוטבי, פחות חשוף מאלקטרוניים) | מאלקטרוניים | |

עץ האלקטרוניים הגדול יותר ב-MEA מאפשר יותר אפשרויות לדו-קוטב ולכן מגדיל את חוזק אינטראקציות ון-דר-ולס.

מספר קשרי המימן ב-MEA גדול יותר ולכן יותר קשרים בין מולקולריים.

שני הגורמים האלה מחזקים את הקשרים הבין-מולקולריים, ולכן נדרשת אנרגיה גבוהה יותר לפרק אותם, כלומר טמפרטורה גבוהה יותר לרתיחה.

סעיף ז' הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ו'

במפעל לספיחת פחמן דו-חמצני ערכו ניסוי: על פני 100 גרם של חומר נקבובי בעל שטח פנים גדול, העבירו 10 ק"ג של תערובת גזים המכילה 4% משקלי של פחמן דו-חמצני, כתוצאה מכך ירד ריכוז הפחמן הדו-חמצני בתערובת הגזים ל-1%.

1. חשבו כמה מולים של פחמן דו-חמצני נספחו בניסוי על 1 גרם של חומר נקבובי? פרטו את החישובים. 4

נקודות

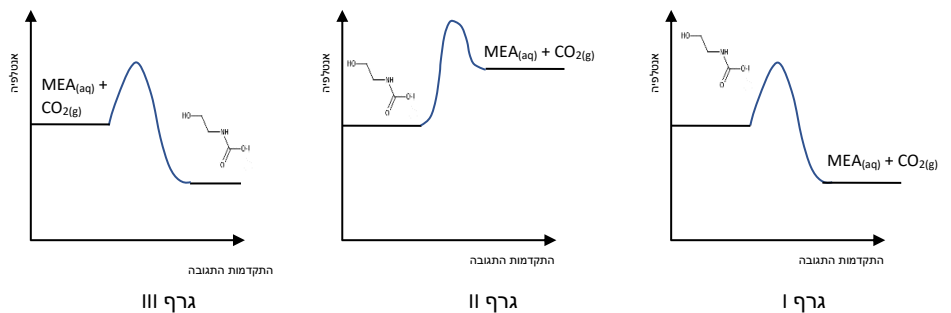
אחוז הפד"ח בתערובת ירד מ-4% ל-1%, כלומר ירד ב-3%.

ב-10 ק"ג יש 10000 גרם. 3% ממסה זו הם 300 גרם, המורכבים מפד"ח. כלומר 3 גרם פד"ח לגרם חומר נקבובי.

3 גרם פד"ח הם 0.068 מול (על פי החישוב $n = m/Mw = 3/44$)

לפניכם שלושה גרפים: I, II ו-III.

ז. קבעו מהו הגרף המתאר נכון את תהליך השחרור של פחמן דו-חמצני. נמקו את הקביעה 3 נקודות



הגרף הנכון הוא גרף II. במאמר כתוב שכדי לשחרר את הפד"ח יש צורך לחמם, כלומר התגובה אנדותרמית, לתוצרים אנרגיה גבוהה מהמגיבים, מה שמתאים לגרף II.

גרף III הוא גרף ספיחה ולא שחרור, גרף I מתאר תגובה אקסותרמית.

פרק שני (60 נקודות)

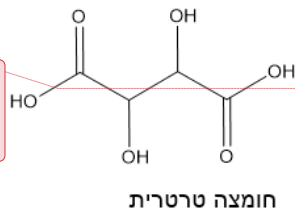
ענו על שלוש מן השאלות 10-14 (לכל שאלה 20 נקודות)

10. חומצה בסיס מבנה וקישור

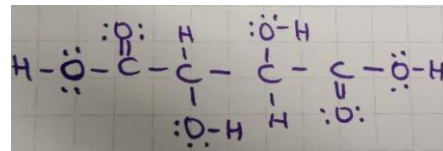
לסודה לשתייה ($\text{NaHCO}_3(\text{s})$) יש שימושים רבים. למשל, החומר מנטרל ריחות של שום ובצל, מתפיח מוצרי אפייה ומנקה שומנים.

אבקת אפייה מכילה שני חומרים: סודה לשתייה וחומצה טרטריט ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6(\text{s})$) שהיא חומצה דו-פרוטית. כשמוסיפים מים לאבקת אפייה, מתרחשות תגובות בין שני מרכיבי האבקה. בתגובות נוצר, בין השאר, פחמן דו-חמצני המשמש להתנפח.

להלן ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של חומצה טרטריט:



א. רשמו נוסחת ייצוג אלקטרוני של חומצה טרטריט. (3 נק')



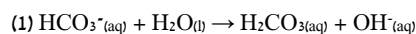
ב. הסבירו מדוע חומצה טרטריט היא מוצק בטמפרטורת החדר. (4 נק')

חומצה טרטריט הינה חומר מלקורי. בהתכתו נדרש לנתק קשרים בין-מולקולריים.

חומר מוצק בטמפרטורת החדר כאשר נקודת ההתכה שלו גבוהה מ- 25°C , כלומר אין בטמפרטורה זו די אנרגיה כדי לנתק את הקשרים הבין מולקולריים בחומר, כלומר מדובר בקשרים חזקים באופן יחסי.

בין המולקולות של חומצה טרטריט יש קשרי ון דר-ולס וקשרי מימן. כפי שרואים באיור יש מוקדים רבים לקשרי מימן, ולכן הקשרים חזקים, וגורמים לחומר להיות מוצק.

יוני מימן פחמתי, $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$, מגיבים עם מים בתגובת חומצה בסיס (1):



ג. קבעו מי הבסיס ומי החומצה בתגובה (1). נמקו את תשובתכם. (2 נק')

היון הפחמתי הוא הבסיס משום שהוא מקבל פרוטון, מים הם החומצה משום שהם מאבדים פרוטון.

ד. קבעו האם ערך ה-pH בתמיסה המתקבלת קטן מ-7, גדול מ-7 או שווה ל-7. נמקו את קביעתכם. (2 נק')

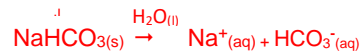
ערך ה-pH בתמיסה המתקבלת גבוה מ-7 משום שבתגובה נוצרת תמיסה בסיסית (יש בה יוני הידרוקסיד)

תלמידים לא מציינים אלקטרוני: **הערות עם [YV1]** ערכיות, O-H לא ציירים את הקשר בחומצה הקרבוקסילית

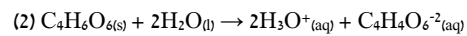
לא כותבים שהחומר מולקורי: **הערות עם [YV2]** חושבים שיש רק קשרי מימן, לא מבינים שיש גם I.D.I. לא כותבים שיש הרבה קשרי מימן שזה מה שגורם לקשרים חזקים ודרושה אנרגיה רבה כדי לפרק בין מולקולרים חזקים **לא כותבים שבטמפ' החדר אין מספיק אנרגיה**

אחד התוצרים של המסת סודה לשתייה במים הוא יון מימן פחמתי, HCO_3^- (aq).

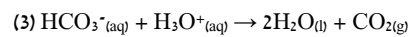
ה. נסחו ואזנו את תגובת ההמסה של סודה לשתייה. (2 נק')
 ה. נסחו ואזנו את תגובת ההמסה של סודה לשתייה. (2 נק')



חומצה טרטריית, מגיבה עם מים לפי תגובה (2):



תוצרי תגובה (2) מגיבים עם יוני מימן פחמתי לפי תגובה (3):



תלמידי חמד"ע שרצו לאפות עוגה לקראת סיום השנה, החליטו לבדוק את התגובה שמתרחשת בין חומצה טרטריית לסודה לשתייה. לשם כך, הם המיסו 0.84 גרם סודה לשתייה ב-100 מ"ל מים, והגיבו את התמיסה עם 150 מ"ל תמיסת חומצה טרטריית. התרחשה תגובה מלאה.

לשתייה ב-100 מ"ל מים, והגיבו את התמיסה עם 150 מ"ל תמיסת חומצה טרטריית.

כמה מול חומצה טרטריית נדרשו לתגובה מלאה של סודה לשתייה? (4 נק') 0.005 mol

| | $\text{NaHCO}_3(\text{s})$ | \rightarrow | $\text{Na}^+(\text{aq})$ | + | $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ |
|--------------|----------------------------|---------------|--------------------------|---|-----------------------------|
| יחס | 1 | | 1 | | 1 |
| מסה (gr/mol) | 84 | | | | |
| מולרית | | | | | |
| מסה (gr) | 0.84 | | | | |
| מולים (mol) | 0.01 | | | | 0.01 |

| | $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6(\text{s})$ | + | $2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ | \rightarrow | $2\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ | + | $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$ |
|-------------|--|---|---------------------------------|---------------|------------------------------------|---|--|
| יחס | 1 | | | | 2 | | 1 |
| ריכוז (M) | $0.005/0.15 = 0.033$ | | | | | | |
| נפח (L) | 0.15 | | | | | | |
| מולים (mol) | $0.01/2 = 0.005$ | | | | 0.01 | | |

ז. מהי ריכוזה של תמיסת החומצה הטרטרית? (3 נק')

נספר המולים נקבע בסעיף הקודם. נפח התמיסה נתון בשאלה, 150 מ"ל שהם 0.15 ליטר:

$$C = n/v = 0.005/0.15 = 0.033 \text{ M}$$

ריכוז החומצה הטרטרית הוא 0.033 מולר.

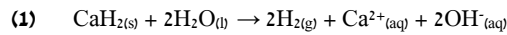
11. חמצון חיזור, חומצה בסיס ואנרגיה

למימן שימוש רב במעבדות הכימיה. מימן מופיע בשלוש צורות פעילות: כיסוד, $H_2(g)$, בתרכובות כגון, $CaH_2(s)$ ובתרכובות מולקולריות כגון $HCl(g)$. בכל אחת מהצורות האלה הערכות האלקטרוניים סביב גרעין המימן שונה ולכן פעילותו הכימית שונה.

א. רשמו נוסחת ייצוג אלקטרוניים לחלקיקים המרכיבים כל אחד משלושת החומרים המופיעים בפסקה למעלה. (4)



התרכובת סידן מימני, $CaH_2(s)$, מגיבה עם מים בתגובת חמצון חיזור כפי שמתואר בתגובה (1).



ב. קבעו מי המחמצן ומי המחזור בתגובה. נמקו את תשובתכם בעזרת דרגות חמצון. (2)

דרגת החמצון של אטום המימן במגיב CaH_2 היא -1.

דרגת החמצון של אטום המימן במגיב H_2O היא +1.

דרגת החמצון של אטום המימן בתוצר H_2 היא 0.

מחזור הוא המגיב שמאבד אלקטרוניים ואילו המחמצן הוא המגיב שמקבל אלקטרוניים.

לכן CaH_2 משמש כמחזור מכיוון שאטום המימן בחומר זה מאבד אלקטרון ודרגת החמצון של אטום המימן עולה מ-1 ל-0 בתוצר H_2 ו- H_2O משמש כמחמצן מכיוון שאטום המימן בחומר זה מקבל אלקטרון ודרגת החמצון של אטום המימן יורדת מ-1 ל-0 בתוצר H_2 .

תגובה (1) היא מקרה מיוחד שבו ניתן להתייחס לתגובה גם כתגובת חומצה בסיס.

ג. קבעו מי החומצה ומי הבסיס בתגובה (1)? נמקו את תשובתכם. (2)

CaH_2 משמש כבסיס בתגובה זו.

H_2O משמש כחומצה בתגובה זו.

בתגובת חומצה בסיס מתרחש מעבר של פרוטון (H^+) בין המגיבים. החומצה היא המגיב שמאבד פרוטון

והבסיס הוא המגיב שמקבל את הפרוטון.

לכן H_2O משמש כחומצה בתגובה מכיוון שחומר זה מאבד פרוטון (H^+) לקבלת התוצר, יון הידרוקסיד (OH^-).

המגיב CaH_2 משמש כבסיס בתגובה מכיוון שיון ההידריד בחומר (H^-) קולט פרוטון (H^+) לקבלת התוצר H_2 .

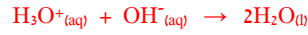
כאשר מבעבעים את הגז מימן כלורי HCl , למים מתרחשת תגובה.

ד. נסחו ואזנו התגובה המתרחשת. (1)



לכוס המכילה 100 מ"ל מתמיסת הסידן הידרוקסידי, $Ca(OH)_2(aq)$, בריכוז 0.05M הוסיפו 200 מ"ל תמיסה מימית של מימן כלורי, $HCl(aq)$ בריכוז 0.025M. התרחשה תגובה.

ה. נסחו ניסוח נטו לתגובה שהתרחשה. (1)



1. האם ה pH של התמיסה בתום התגובה גדול מ-7, קטן מ-7 או שווה ל-7. פרטו חישובים. (3)

בכדי לקבוע את ערך ה pH בתום התגובה יש לבדוק את מספר המולים של כל אחד מהיונים בתגובה שנוסחה בסעיף ה – יוני ההידרוניום ויוני ההידרוקסיד. יחס המולים בין המגיבים בתגובה הוא 1:1 ולכן אם יש עודף של יוני ההידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, תתקבל תמיסה חומצית עם ערך pH קטן מ-7. אם יש עודף של יוני ההידרוקסיד, $\text{OH}^-(\text{aq})$, בתגובה תתקבל תמיסה בסיסית עם ערך pH גבוה מ-7. במקרה ומספר המולים של שני היונים שווה (הגיבו בשלמות ללא עודפים) תתקבל תמיסה ניטרלית עם ערך pH שווה ל-7.

לתגובה נלקחו 0.1 ליטר תמיסת $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$ בריכוז 0.05M

מספר המולים של סידן הידרוקסיד: $n = CV = 0.1 \times 0.05 = 0.005 \text{ mol}$

מכיוון שבכל מול של סידן הידרוקסיד יש שני מולים של יוני ההידרוקסיד, הרי שמספר המולים שלהם הוא פי שניים: $0.005 \times 2 = 0.01 \text{ mol}$

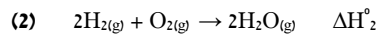
באותו אופן יש לבדוק את כמות המולים של יון ההידרוניום שנלקח לתגובה.

מספר המולים של מימן כלורי, $\text{HCl}(\text{aq})$, הוא $0.2 \times 0.025 = 0.005 \text{ mol}$ זאת חומצה חד-פרוטית (ראו ניסוח

למעלה) ולכן יש בתמיסה 0.005 מול של יוני ההידרוניום.

מכיוון שיש יותר יוני ההידרוקסיד בתגובה מאשר יוני ההידרוניום $0.005 < 0.01$ יישאר בתמיסה עודף של יוני ההידרוקסיד, $\text{OH}^-(\text{aq})$, **ותתקבל תמיסה בסיסית עם ערך pH גבוה מ-7.**

הגז מימן שנפלט בתגובה (1) נשרף על פי תגובה (2):



ידוע כי בשריפה של 0.1 גרם גז מימן האנרגיה הנפלטת היא 12.26 kJ.

ז. חשבו את ערכו של ΔH_2° ? פרטו חישובים. (3)

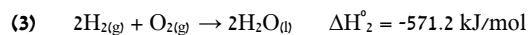
נחשב את מספר מולי המימן: $n = m/Mw = 0.1/2 = 0.05 \text{ mol}$

בתגובה המנוסחת מגיבים 2 מול מימן. היחס בין מולי בתגובה לבין הנתון שווה ליחס באנרגיות (בהתעלם מהסימן):

$$2/0.05 = |\Delta H_2^\circ| / 12.26 \rightarrow |\Delta H_2^\circ| = 490 \text{ kJ}$$

מכיוון שבתגובה **נפלטת אנרגיה**, התגובה אקסותרמית ולכן הסימן שלילי. $\Delta H_2^\circ = -490 \text{ kJ}$

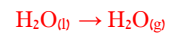
תגובה (3) מתארת את שינוי האנתלפיה בתהליך שריפת המימן לקבלת מים נוזליים:



שינוי האנתלפיה ברתיחה של מים מסומנת כך: ΔH_b° .

ח. נסחו את תהליך הרתיחה של מים וחשבו מהו ערכו של ΔH_b° . פרטו חישובים. (3+1)

ניסוח תהליך הרתיחה של מים



בכדי לקבל את ערכו של ΔH_b° של התהליך יש לבצע חוק הס לתגובות (2), (3) באופן הבא:
את תגובה (2) יש לחלק ב 2 ואת תגובה (3) יש להפוך ולחלק ב 2 כלומר:

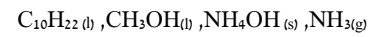
$$\Delta H_b^\circ = (+0.5)\Delta H_2^\circ + (-0.5)\Delta H_3^\circ$$

$$\Delta H_b^\circ = (+0.5)(-490.4) + (-0.5)(-571.2) = +40.4 \text{ kJ}$$

ערך ΔH_b° לתהליך רתיחת המים הוא $+40.4 \text{ kJ/mol}$

12. מבנה החומר וכימיה של מזון

לפניכם נוסחאות של ארבעה חומרים במצב הצבירה שלהם בטמפרטורת החדר:



במעבדה סימנו את ארבעת החומרים באותיות A עד D.
לפניכם טבלה המרכזת כמה תכונות של החומרים האלה:

| הולכה חשמלית בנוזל | הולכה חשמלית בתמיסה מימית | מסיסות במים, $H_2O(l)$ | A |
|--------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|
| - | - | מתמוסס | A $CH_3OH(l)$ |
| + | + | מתמוסס | B NH_4OH |
| - | - | לא מתמוסס | C $C_{10}H_{22}$ |
| - | + | מתמוסס/מגיב | D NH_3 |

א. התאימו את האותיות A עד D לחומרים שנוסחאותיהם מופיעות למעלה. 2

ב. העתיקו את הטבלה הבאה למחברת ומלאו אותה: 6:

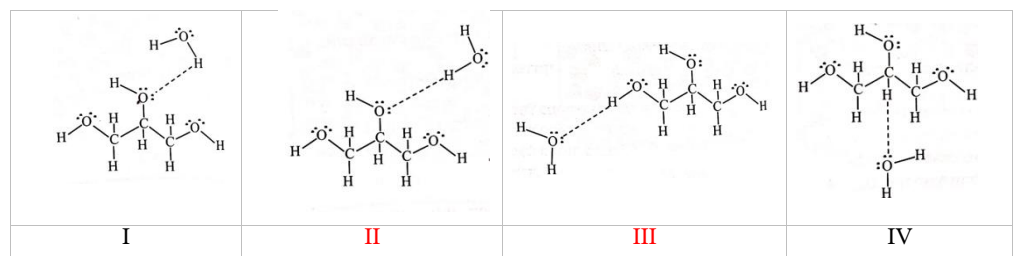
| סוג הקשרים בין החלקיקים בחומר | סוג החלקיקים בחומר | החומר |
|--|---|-------------|
| אין קשרים בין-מולקולריים במצב צבירה גז | מולקולות של אמוניה | $NH_3(g)$ |
| קשר יוני | יונים של אמוני, NH_4^+ והידרוקסיד, OH^- | $NH_4OH(s)$ |
| קשרי מימן + קשרי ון דר-ולס | מולקולות של מתנול | $CH_3OH(l)$ |

ג. תארו תצפית של מבחנת זכוכית שאליה הכניסו מים ו- $C_{10}H_{22}(l)$ 2

רואים שתי שכבות

גליצרול, $HOCH_2CH(OH)CH_2OH$, מסיס טוב במים, כיוון שהמולקולות שלו יוצרות קשרי

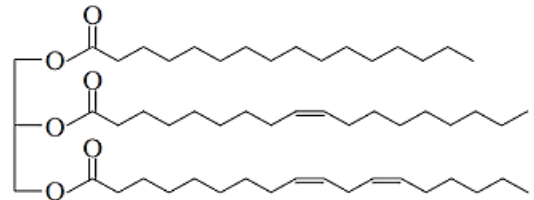
מימן רבים עם מולקולות המים. נתונים האיורים I-IV:



ד. באילו מהאיורים מתואר נכון קשר מימן בין מולקולות גליצרול לבין מולקולות מים (ייתכן יותר מאיור

נכון אחד). איורים II ו-III 2

לפניכם איור של טריגליצריד:



ה. כתבו רישום מקוצר לשלוש חומצות השומן המרכיבות את הטריגליצריד הנתון לעיל. 3

C18: 2ω6 cis,cis C18: 1ω9 cis C16: 0

אחת מחומצות השומן המרכיבות את הטריגליצריד היא חומצת שומן חד-בלתי-רוויה.

1. רשמו ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של האיזומר הגיאומטרי של חומצת שומן זו. 2



לפניכם רישום מקוצר של שלוש חומצות שומן: C18: 1ω6 trans, C18: 1ω6 cis, C18: 0. 3

ז. דרגו את שלוש חומצות השומן על פי טמפרטורת ההתכה שלהן. ציינו מהו הגורם להבדל בכל אחד מהשלוש בדרוג.

C18: 1ω6 cis < C18: 1ω6 trans < C18: 0

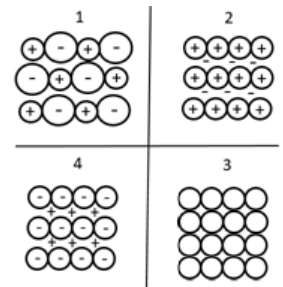
ההבדל בין C18: 0 לבין C18: 1ω6 cis נובע ממספר הקשרים הכפולים, אפס ו-1 בהתאמה.

ההבדל בין שתי החומצות האחרון נובע מסוג האיזומר הגאומטרי, טרנס לעומת ציס.

13. חמצון חיזור, מבנה החומר וחישובים

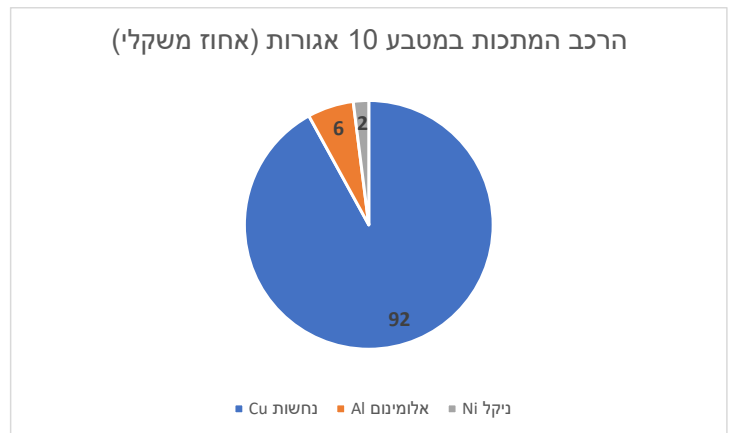
נחושת היא אחת המתכות הנמצאות בשימוש נרחב. השימוש העיקרי של נחושת החל מסוף המאה ה-19 הוא ליצור מוליכי חשמל.

א. נתונים ארבעה מודלים 1-4. בחרו במודל המתאר בצורה הטובה ביותר את המבנה המיקרוסקופי של הנחושת. (2 נק') מודל 2



ב. הסבירו (ברמה המיקרוסקופית) מדוע נחושת מתאימה לייצור מוליכי חשמל. (3 נק')
 נחושת היא מתכת. המבנה המיקרוסקופי של מתכות הוא יונים חיוביים המוקפים באלקטרונים ניידיים. (למעשה מדובר באטומים של המתכת המשתפים את אלקטרוני הערכיות שלהם).

מטבעות של 10 אגורות מורכבים מסגסוגת. שהרכבה נתון בתרשים הבא:



ג. חשבו את מספר המולים של נחושת, Cu, ואלומיניום, Al, מהמתכות במטבע אחד שמסתו 4 גרם 3 נק' הנתונים בשאלה הם נתונים משקליים.

נחושת:
 $m(\text{Cu}) = 4 \cdot 92 / 100 = 3.68 \text{ gr}$ $M_w(\text{Cu}) = 63.55 \text{ gr/mol}$ $n = 3.68 / 63.55 = 0.06 \text{ mol}$
 אלומיניום:
 $m(\text{Al}) = 4 \cdot 6 / 100 = 0.24 \text{ gr}$ $M_w(\text{Al}) = 26.987 \text{ gr/mol}$ $n = 0.24 / 26.987 = 0.0089 \text{ mol}$

הסגסוגת ממנה מורכב המטבע חזקה וקשה יותר מנחושת טהורה ולכן פחות ניתנת לריקוע. נתונים שני הסברים:
 "מכיוון שלאטומים מהם מורכבת הסגסוגת יש רדיוסים שונים, השכבות לא מחליקות זו על גבי זו בקלות בעת הריקוע"

"הסגסוגת מורכבת מיונים חיוביים ושליילים ולכן בריקוע היא תשבר ולא תעבור ריקוע"
ד. קבעו איזה מהסברים הוא הנכון ביותר **2 נק**

נתון קטע מתוך השורה האלקטרוכימית

Li, Rb, K, Cs, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be, Al, Zn, Fe, Ni, Pb, Cu, Ag, Pt, Au,

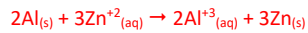
הכי מחזר

הכי פחות מחזר

ה. כאשר טובלים את המטבע בתמיסת אבץ חנקתי $Zn(NO_3)_2(aq)$ רק אחת מבין המתכות שבמטבע מגיבה. איזו מתכת מגיבה? הסבירו את תשובתכם. **3 נק**

אלומיניום. היא מחזרת טובה יותר מאבץ ולכן תעביר אלקטרונים ליוני האבץ שבתמיסה

נסחו את התגובה המתוארת בסעיף ה. **4 נק**



ז. חשבו את נפח תמיסת אבץ חנקתי בריכוז 1M הדרוש לתגובה של כל המתכת שמגיבה המצויה במטבע אחד? (התבססו על תשובתכם בסעיף ג) **3 נק**

מגיב רק אלומיניום – מספר המולים של אלומיניום במטבע חושב למעלה $n(Al) = 0.0089 \text{ mol}$
יחס המולים בתגובה בין אלומיניום ליונים חנקתיים הוא 2:3. כלומר מספר המולים של יוני אבץ הדרושים

לתגובה הוא: $n(Zn^{+2}) = 0.0089 \times (3/2) = 0.0135 \text{ mol}$

נתון שריכוז יוני האבץ 1M נחשב את נפח התמיסה

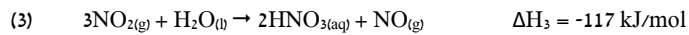
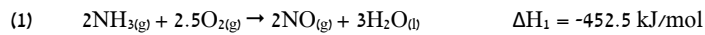
$$V = n/C = 0.0135/1 = 0.0135 \text{ liter} = 13.5 \text{ ml}$$

נפח תמיסת אבץ חנקתי הדרוש לתגובה הוא 13.5 מיליליטרים.

14. אנרגיה, חמצון חיזור ומבנה וקישור

תהליך אוסטוולד הוא התהליך התעשייתי העיקרי להפקה של חומצה חנקתית, $\text{HNO}_3(\text{aq})$ מאמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$. החומצה החנקתית המופקת היא תרכובת חשובה ושימושית בתעשייה הכימית. מבין שימושיה החשובים: דשנים, חומרי נפץ ותרופות.

בתהליך אוסטוולד, מתרחשות 3 תגובות חמצון-חיזור:



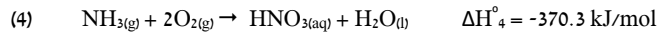
א. בשלוש התגובות (1)-(3) מופיעות ארבע תרכובות של חנקן. עבור כל אחת מהן, קבעו אם היא יכולה לשמש כחומר מחמצן בלבד, כמחזור בלבד, או גם וגם. קבעו על פי דרגות החמצון של אטומי החנקן. (2)

NH_3 – מחזור בלבד, NO – גם וגם, NO_2 – גם וגם, HNO_3 – מחמצן בלבד

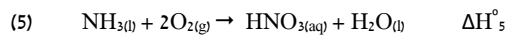
ב. קבעו מי החומר המחמצן ומי המחזור בתגובה (3). הסבירו את הקביעה.

חמצון חיזור פנימי NO_2 – משמש גם כמחמצן וגם כמחזור (3)

התגובה הכוללת של תהליך אוסטוולד היא:



ניתן לבצע את התגובה (4) גם אם משתמשים באמוניה נוזלית. שינוי האתנלפיה ברתיחה של אמוניה הוא $\Delta H_b^\circ = 23.3 \text{ kJ/mol}$.



חשבו מהו ערכו של ΔH_5° . פרטו חישובים. (3)

חוק הס, או לפי דיאגרמה – $\Delta H_5^\circ = (-370.3) + 23.3 = -347 \text{ kJ}$

תגובה (4) שימשה להפקת חומצה חנקתית בניסוי במעבדה, וגם בתהליך במפעל תעשייתי.

במעבדה התקבלו 100 גרם חומצה חנקתית.

ג. חשבו את כמות האנרגיה שעברה בניסוי במעבדה. (2)

$$\text{HNO}_3: \text{Mw}=63, m=100 \rightarrow n=1.59 \text{ mol}$$

$$Q = n \cdot \Delta H = 1.59 \cdot -370.3 = -588.78 \text{ kJ}$$

האנרגיה העוברת תמיד חיובית כלומר עוברים 588.78 קילו ג'אול

במפעל משתמשים בכל שנה ב-120 טונות אמוניה כדי ליצר חומצה חנקתית על פי תגובה (4).

ד. חשבו את מסת החומצה החנקתית המתקבלת במפעל בשנה. (1 טון = 1,000,000 גרם = 1×10^6 גרם).

פרטו את החישובים. (2)

ניתן ע"י חישוב סטוכיומטרי

המסה המולרית של אמוניה היא 17 ג/מול. מספר המולים של אמוניה ב-120 טונות הוא :

$$n = m/M_w = 120 \times 10^6 / 17 = 7.06 \times 10^6 \text{ mol}$$

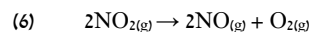
יחס המולים בתגובה 4 הוא 1:1 ולכן זה גם מספר המולים של חומצה חנקתית. המסה המולרית של חומצה חנקתית היא 63 גרם למול. ולכן המסה של ח' חנקתית שנוצרת כל שנה היא :

$$m = n \times M_w = 7.06 \times 10^6 \times 63 = 4.447 \times 10^8 \text{ gr} = 444.7 \text{ ton}$$

בגלל שיחס המולים הוא 1:1 אפשר לפתור לפי יחס מסות מולריות :

$$[M_w(\text{HNO}_3) / M_w(\text{NH}_3)] \times 120 \text{ ton} \rightarrow (63/17) \times 120 = 447.7 \text{ ton}$$

תגובה (6) היא תגובה הפוכה לתגובה (2) :



ה. קבעו למי מבין התגובות (2) או (6) אנרגיית שפעול גבוהה יותר. נמקו את הקביעה (אפשר לנמק באמצעות גרף). (4)

לתגובה 6 אנרגיית שפעול גבוהה יותר.

הסבר : תגובה 2 היא אקזותרמית ולכן התגובה ההפוכה לה היא אנדותרמית. מכיוון שאנתלפיית המגיבים, התוצרים והתצמיד המשופעל לא משתנה, אז בתגובה ההפוכה אנרגיית השפעול מורכבת מהערך החיובי של ΔH ועוד אנרגיית השפעול של התגובה הישירה – כלומר אנרגיית שפעול גבוהה יותר.

החליטו לבצע את תגובה (6) בשתי טמפרטורות : טמפרטורת החדר (25°C) וטמפרטורה של (55°C).

ו. באיזו טמפרטורה קצב העלייה בריכוזו של גז החמצן יהיה גבוה יותר? נמקו את תשובתכם. (4)

קצב העלייה בריכוז החמצן יהיה גבוה יותר בטמפרטורה של 55 מעלות צלסיוס.

הסבר : העלאת טמפי מעלה את קצב התגובה. מכיוון שחמצן הוא תוצר התגובה, הריכוז שלו יעלה. ככל שקצב התגובה גבוה יותר קצב עליית ריכוז החמצן יעלה.

קצב התגובה עולה משתי סיבות :

- בטמפרטורה גבוהה למולקולות המגיבים יש אנרגיה קינטית גבוהה יותר ולכן לאחוז גבוה יותר יש אנרגיה מעל אנרגיית השפעול, ולכן כשהן יתנגשו ההתנגשות תהיה פורייה.
- כשהחלקיקים נעים מהר יותר, גדל הסיכוי להתנגשויות באופן כללי, ולכן גם גדל הסיכוי להתנגשויות פוריות.

19 

00



תשובון לשאלון עם מרכיב רבי-בררה
ورقة إجابات لنموذج امتحان مع مרכب متعدد الخيارات

0

+

+

| התשובות الإجابات | | | | | מספר השאלה رقم السؤال | התשובות الإجابات | | | | | מספר השאלה رقم السؤال |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----|--|--------------------------|
| ד د | ג ج | ב ب | א ا | ד د | | ג ج | ב ب | א ا | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 21 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 22 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 23 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 24 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 4 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 25 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 5 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 26 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 6 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 27 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 7 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 28 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 8 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 29 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 9 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 30 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 10 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 31 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 11 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 32 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 12 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 33 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 13 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 34 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 14 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 35 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 15 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 36 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 16 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 37 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 17 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 38 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 18 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 39 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 19 | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 40 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 20 | | |

+

+

0

0